

## ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΕΞΑΤΜΙΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΑΓΟΝΩΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΕΥΚΑΜΠΤΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Α. Μαλαχτάρη<sup>1</sup>, Γ. Καραπέτσας<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 54124, Ελλάδα

\* Email address of the corresponding author: [gkarapetsas@auth.gr](mailto:gkarapetsas@auth.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξάπλωση και η ροή λεπτών υγρών υμενίων πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα είναι ένα αντικείμενο μεγάλου επιστημονικού ενδιαφέροντος, λόγω της πληθώρας εφαρμογών του σε τομείς όπως η βιολογία αλλά και η τεχνολογία. Η προσπάθεια αναστολής της εξάπλωσης των ιστών στα ανθρώπινα κύτταρα, ώστε να αποφευχθεί η εξάπλωση του καρκίνου [1], καθώς και ο έλεγχος της απόδοσης ενός φαρμάκου στους εύκαμπτους ιστούς του ανθρώπινου σώματος, είναι μόνο ελάχιστες από τις βιολογικές εφαρμογές, ενώ στις τεχνολογικές ανήκουν η ελεγχόμενη εξάτμιση ή συμπύκνωση μιας σταγόνας πάνω σε στερεές επιφάνειες [2]. Ο έλεγχος της εξάπλωσης των επικαθήμενων σταγόνων πάνω σε στερεές επιφάνειες μετά από τεχνολογίες απλής [3] ή τρισδιάστατης εκτύπωσης [4], ο έλεγχος του πάχους και της διαμόρφωσης του υλικού σε διεργασίες επικάλυψης λεπτών υμενίων [5], καθώς και η παραγωγή υλικών σε μικρο- και νανο-κλίμακα, όπως η παραγωγή φακών για χρήση στην οπτική και στην ηλεκτρονική (προβολείς LCD, συσκευές CCD, επίπεδες οθόνες ή ως μέσο ευθυγράμμισης δέσμης στις οπτικές ίνες) [6], συνιστούν παραδείγματα εξάπλωσης εξατμιζόμενων σταγόνων σε εύκαμπτα υποστρώματα. Παρά το τεράστιο ενδιαφέρον, η πλειοψηφία των μελετών έως σήμερα αφορά φαινόμενα εξάπλωσης πάνω σε άκαμπτα υποστρώματα, ενώ οι μελέτες που αφορούν εύκαμπτα υποστρώματα δεν περιλαμβάνουν ευρέως διαδεδομένα φαινόμενα που αφορούν ανοιχτές ροές, όπως φαινόμενα εξάτμισης ή συμπύκνωσης. Στην παρούσα εργασία, αναπτύχθηκε ένα θεωρητικό μοντέλο για τη μελέτη των φαινομένων αλλαγής φάσης μιας υγρής σταγόνας πάνω από ένα ιξωδοελαστικό στερεό υπόστρωμα. Επιλύονται, με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, οι εξισώσεις ορμής και κατάλληλες καταστατικές εξισώσεις, τόσο για την υγρή φάση όσο και για το ιξωδοελαστικό στερεό, λαμβάνοντας επιπλέον πλήρως υπόψη τόσο την επίδραση της σύστασης της αέριας φάσης όσο και την πιθανή επίδραση των δυνάμεων Marangoni, λόγω τοπικών μεταβολών της θερμοκρασίας. Με τη μελέτη αυτή αναγνωρίζονται και θα συζητηθούν οι μηχανισμοί που επηρεάζουν τη δυναμική και ευστάθεια των διεπιφανειακών αυτών ροών, με σκοπό να υπάρχει η δυνατότητα για έλεγχο και αξιοποίησή τους, γεγονός που θα συνδράμει άμεσα στη βελτιστοποίηση των σχετικών διεργασιών με τεράστιο επιστημονικό και οικονομικό ενδιαφέρον.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Εξάτμιση σταγόνων, Ιξωδοελαστικό στερεό, Πεπερασμένα στοιχεία, Θεωρία Λίπανσης

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- [1] Douezan, S., Dumond, J. and Brochard-Wyart, F. (2012). *Wetting transitions of cellular aggregates induced by substrate rigidity*. *Soft Matter*, 8(17): 4578.
- [2] Charitatos, V. and Kumar, S. (2020). *A thin-film model for droplet spreading on soft solid substrates*. *Soft Matter*, 16(35): 8284–8298.
- [3] J. Park and J. Moon, *Control of colloidal particle deposit patterns within picoliter droplets ejected by ink-jet printing*. *Langmuir*, 2006, 22(8): 3506–3513.
- [4] Y. L. Kong, I. A. Tamargo, H. Kim, B. N. Johnson, M. K. Gupta and T. W. Koh, et al., *3D Printed Quantum Dot Light-Emitting Diodes*. *Nano Lett.*, 2014, 14(12): 7017–7023
- [5] M. Majumder, C. Rendall, M. Li, N. Behabtu, J. A. Eukel and R. H. Hauge, *Insights into the physics of spray coating of SWNT films*. *Chem. Eng. Sci.*, 2010, 65(6): 2000–2008.
- [6] R. Pericet-Camara, A. Best, S. K. Nett, J. S. Gutmann and E. Bonaccorso, *Arrays of microlenses with variable focal lengths fabricated by restructuring polymer surfaces with an ink-jet device*. *Opt. Express*, 2007, 15(15): 9877–9882.